

# **Sistemas de Comunicaciones a través de la Red Eléctrica.**

## **Efectos del PLC en los unifamiliares.**

C. Mascareñas, M. Bakkali, C. Martín, F. Sánchez de la Campa, F.J. Abad, M. Barea,  
J.M. Valverde, R. Rodríguez, J. Valencia, J.E. Chover

Grupo de Investigación PAI-TIC 191, Señales, Sistemas y Comunicaciones de la Universidad de Cádiz.  
Departamento de Ciencias y Técnicas de la Navegación y Teoría de la Señal y Comunicaciones.  
Campus del Río San Pedro, 11510-Puerto Real. Cádiz.

### **Abstract**

The object of this paper is the study of interferences generated by the data transmission in the Power Line Indoors Communications (PLIC) inside a particular home corresponding to the county of Puerto Real.

### **Resumen**

En esta comunicación se describe el estudio de Compatibilidad Electromagnética (EMC) entre la Red de Transporte de Electricidad, en su tercer tramo o de baja tensión, (Power Line Communications, PLC) y los Sistemas de Radiocomunicaciones en onda corta entre 2 y 30 MHz. Para ello se ha evaluado una serie de características y factores de cada uno de los sistemas, que aun siendo distintos, están interrelacionados. La finalidad de este estudio es comprobar la posibilidad de trasladar este sistema de comunicación de datos vía red eléctrica aplicándolo al buque pero preservando la inmunidad de cada sistema.

**Keywords:** Radiocommunications, Electromagnetic Compatibility, Radiation

---

### **Introducción**

La necesidad de transmisión o transferencia de datos en la actual Sociedad de la Información ha tomado un cariz tan relevante como imprescindible. Para atender a esta necesidad de transporte de comunicaciones más eficientemente se necesita un *carrier* o sistema portador de la información. La red *eléctrica*, transportadora por propia naturaleza de este tipo de energía, puede convertirse en el mecanismo de transporte de comunicación de datos de alta velocidad, internet, videoconferencias, telefonía y otros. Esta técnica ya está siendo utilizada en compañías eléctricas que suministran este servicio tanto en núcleos industriales como poblacionales. Entre éstos se encuentra el ayuntamiento de Puerto Real, en la provincia de Cádiz, que es pionero en esta zona en la aceptación, experimentación y explotación de este sistema de comunicaciones vía red eléctrica. Este estudio nos proporcionará la información previa necesaria para trasladar esta tecnología a los grandes buques, para lo que habrá que tener en cuenta su especificidad: *autoproducción de energía eléctrica, distribución y consumo*.

### **Método**

Se trata de un estudio de compatibilidad electromagnética cuya finalidad ha sido comprobar el grado y nivel de interferencia que un sistema PLC puede producir en una vivienda y en su aledaña. Las pruebas han sido realizadas en una casa unifamiliar ubicada en la urbanización Marina de la Bahía situada en Puerto Real, Cádiz, España. Como fuente de datos se ha recurrido a las normativas de carácter técnico-legal que interesan a la temática. La unidad de análisis utilizada fue un domicilio privado situado en una zona residencial compuesta por unifamiliares adosados. Se tuvieron en cuenta los distintos factores contribuyentes en las interferencias a PLC como son las *características de la red eléctrica* en su tercer tramo de baja tensión: *voltaje, intensidad, frecuencia, conductores, e instalación, así como el comportamiento de la red/instalación* como un sistema radiante -interferente- de campos electromagnéticos. En los registros y evaluación de niveles de interferencias se ha prestado atención a la distancia de separación entre PLC y la acometida de la

red así como a la disposición (polarización) de la antena y su orientación en relación con el tendido del cableado bajo muro. Se han tenido en cuenta los tres factores siguientes: *ubicación* del Módem y Router inalámbrico, *distancia* entre el cuadro-acometida y la antena del medidor, así como la *orientación* de esta última.

### Normativa aplicable

La explotación de las redes y la prestación de los servicios de comunicaciones electrónicas, está regulada por la ley [1]. En ella se contempla el apartado de Interferencias en el sistema PLC producidas por exposición-proximidad. Por otra parte, la Comisión Europea [2] también se refiere a la aproximación de los Estados Miembros en materia de legislación relacionada con la compatibilidad electro-magnética. Manifiesta la responsabilidad de los miembros en materia de radio-comunicaciones, y en especial en comunicaciones a través de las redes de telecomunicaciones, disponiendo la protección frente a perturbaciones electromagnéticas producidas tanto por equipos y aparatos como por instalaciones fijas de uso permanente con el fin de preservar la inmunidad de los equipos e instalaciones en el entorno electromagnético.

También la UE [3], en lo relativo a las comunicaciones electrónicas de banda ancha a través de la red eléctrica incluye tanto los equipos como las redes: las *redes de comunicaciones* están compuestas por redes de cables que *conducen radiofrecuencias*, y comprende los sistemas de comunicaciones a través de la red eléctrica en el ámbito de aplicación de la directiva CEM. Para la adecuada gestión de la interferencia entre *sistemas alámbricos* y *sistemas radioeléctricos* se requiere un apropiado modelo de mediciones específicas *in situ*.

Las condiciones para la explotación de servicios de comunicaciones electrónicas, el servicio universal y la protección de

usuarios, es decir, el Reconocimiento, Inspección o Certificación técnica competente, así como el asegurar el cumplimiento de las normas de urbanismo, medio ambiente y ordenación del territorio, salud pública, seguridad pública, defensa nacional y tributación, están recogidas en el Reglamento regulado por Real Decreto [4] así como la prevención y corrección de la producción de interferencias perjudiciales.

La regulación de la compatibilidad electromagnética de los *equipos eléctricos y electrónicos*: Instalación fija y aparatos, (considerándose como “equipo” cualquier “instalación fija”) ha sido objeto de regulación recientemente [5].



Figura 1: Esquema de la zona estudiada



Figura 2: Instalación de Baja Tensión

- A: Cuadro de Interruptores
- B: Contador Principal y acometida
- C: Contador casa colindante y acometida
- D: Cuadro de Interruptores de la casa colindante

### Instrumental utilizado

Las mediciones se realizaron tanto en Banda Ancha como en Banda Estrecha, empleándose para ello un medidor PMM8086A con sonda de campo eléctrico EP330S, un analizador de espectros R&S FSH3 con antena dipolo telescópica sobre trípode y un receptor de Radiocomunicaciones ICOM R8500 dotado de un monopolo telescópico.



Figura 3: Material utilizado en el ensayo.

Durante las mediciones realizadas se comprobó que el PLC contamina la parte del espectro radioeléctrico en el que se define y que el nivel de intensidad de la señal radiada varía con la distancia al cableado, ya sea bajo tubo-pared o de cable flexible. Igualmente se observa que con la orientación y polarización de la antena receptora se “busca” y se localiza la disposición en horizontal o vertical de la acometida bajo tubo-pared.

A continuación se expone en formato de imágenes el resultado de algunas mediciones realizadas y capturadas en el Analizador de Espectros durante una sesión de trabajo.

### Proceso de Mediciones-Observaciones

Mediciones con el MÓDEM-PLC encendido

Mediciones con MÓDEM apagado

Mediciones con Cuadro conectado

Mediciones con Cuadro desconectado

### Mediciones con el Módem Encendido - Apagado

Como se muestra en la figura 4, aparecen las interferencias causadas por el sistema PLC en las frecuencias de la banda

HF/Onda Corta que afectan a los servicios móviles marítimos, aeronáuticos y de aficionados de la zona. Cuando desconectamos el Módem, las interferencias siguen existiendo de la misma forma.

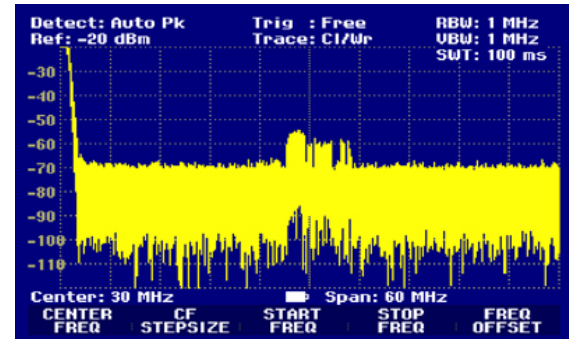


Figura 4: Interferencias PLC entre 0-60 MHz, todo conectado

La figura 5, muestra las interferencias causadas por el PLC cuando medimos en el punto de medida 2, que corresponde al cuadro de interruptores eléctricos y de la señal PLC, y se aprecia que las interferencias tienen un nivel mayor, al menos en 10 dB.

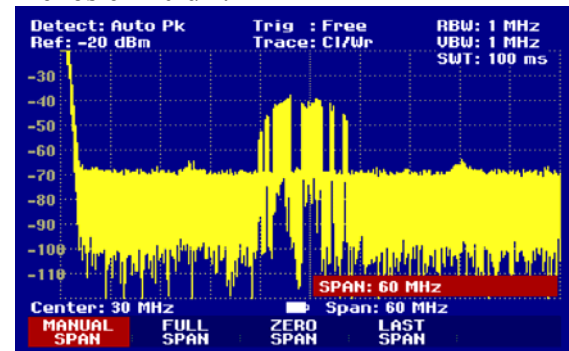


Figura 5: Interferencias PLC en punto de medida 2

### Mediciones con Cuadro Encendido - Apagado

Cuando desconectamos el cuadro, se observa una gran reducción en el nivel de interferencias en el punto de medición 1 (figura 6) pero siguen presentes cuando se mide en el punto de medición 2 (figura 7) que es el punto de la acometida de la señal.

Uno de los efectos comprobados ha sido el que los niveles de radiación emitidos por el PLC son superiores en 20 dB a las radiaciones VHF-FM de las estaciones de radiodifusión como se puede apreciar en la figura 9.

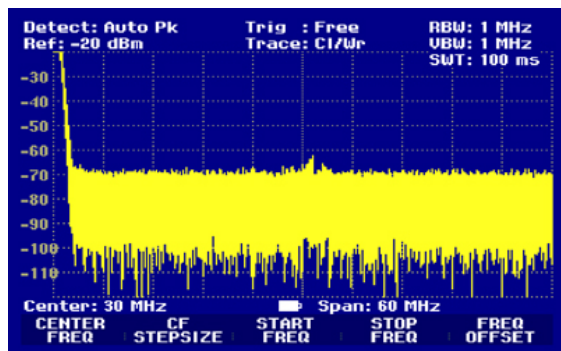


Figura 6: Interferencias PLC en punto de medida 1, con cuadro desconectado

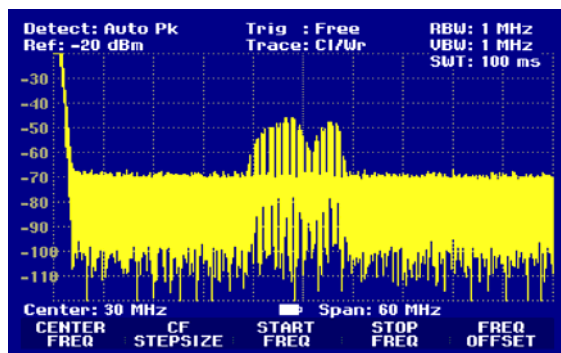


Figura 7: Interferencias PLC en punto de medida 2, con cuadro desconectado

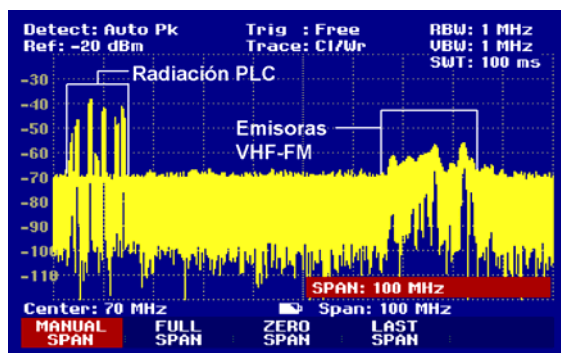


Figura 9: Comparación de la radiación PLC VHF-FM

## Conclusiones

El sistema PLC es válido para el cometido de su función.

Reduce los costes de utilización y mantenimiento al disponer de una instalación fija -existente- a modo de red portadora lo cual es muy atractivo sobretodo para países en vía de desarrollo.

Las interferencias están presentes en toda la red eléctrica porque el cableado se comporta como un nodo de antenas radiantes de la señal PLC.

Con el resultado de las pruebas realizadas se deduce que en el entorno

electromagnético del buque todos los fenómenos interferentes derivados de la implantación de este sistema se verán incrementados pudiendo dar lugar a que la perturbación electromagnética no facilite la completa inmunidad del sistema de radiocomunicación, dando como resultado una degradación considerable fuera de los límites de aceptación.

El mayor inconveniente de la implantación y aceptación de este sistema en los buques radica en la dificultad de atender la necesaria prioridad y salvaguarda de la seguridad de la vida humana en el mar y de los bienes [6].

No obstante, una adecuada *zonificación* y *filtrado* del sistema PLC [7] puede favorecer la inmunidad de los sistemas de seguridad, navegación y comunicación del buque [8] favoreciendo la implantación de dicho sistema.

## Agradecimientos:

Los autores quieren agradecer las aportaciones económicas concedidas por el Ministerio de Fomento y por el Ministerio de Educación y Ciencia para la ejecución de los proyectos PN/FOM-TRANSP/PR/2003-037, TRA2004-00377/TMAR y el Profit SIAN 2005 que han dado lugar a la adquisición del instrumental con el que se ha podido realizar este pequeño trabajo.

## Bibliografía

- [1] Ley 32/2003, de 3 de noviembre. BOE núm. 264 de 4 de noviembre.
- [2] Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004.
- [3] Recomendación 2005/292/CE de la Comisión de las Comunidades Europeas, de 6 de abril de 2005.
- [4] Real Decreto 424/2005, de 15 de abril. BOE núm. 102 de 29 de abril.
- [5] Real Decreto 1580/2006, de 22 de diciembre. BOE núm. 15 de 17 enero 2007.
- [6] MASCAREÑAS C., SÁNCHEZ DE LA CAMPA F., MARTÍN C., *Campos electromagnéticos en el Sistema Mundial de Socorro y Seguridad Marítima*. 1<sup>as</sup> Jornadas Internacionales Científicas y Técnicas. Algeciras y Tánger Diciembre 2004.
- [7] UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES. Ginebra. Recomendación K.34 (02/00) -Clasificación de las condiciones ambientales electromagnéticas de los equipos de telecomunicación - Recomendación básica sobre compatibilidad electromagnética.
- [8] UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES. *Manual del Servicio Móvil Marítimo y Móvil Marítimo por Satélite*. Ginebra, 2006.